

165/80.4

**INDU-★ U11 87-080603/12 ★ DD-240-986-A**  
**Fluid cooled heat sink for semiconductor device - has ridges and**  
**recesses inside heat sink facing orifice to deflect incoming fluid**

VEB INDUCAL 12.09.85-DD-280556

V04 (19.11.86) H011-23/46

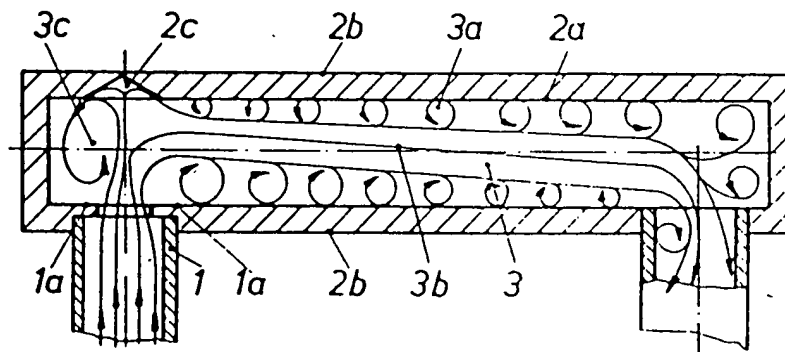
12.09.85 as 280556 (1468AF)

Suitable shaped recesses and ridges in the surface inside the fluid cooled heatsink and facing the inlet orifice deflect the flow of the cooling medium thereby creating turbulence. This increases the expansion coefficient between cooling medium and heatsink and reduces the required amount of cooling medium. The recesses and ridges are produced at the same time as the orifice.

USE/ADVANTAGE - Low thermal resistance is obtained by means of single, easily produced heat sink, using little cooling medium. For power semiconductor device in disc form. (-pp Dwg.No.3/3)

N87-060684

U11-D2A



© 1987 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England

US Office: Derwent Inc. Suite 500, 6845 Elm St. McLean, VA 22101

Unauthorised copying of this abstract not permitted.

**This Page Blank (uspto)**



## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 L / 280 556 7

(22) 12.09.85

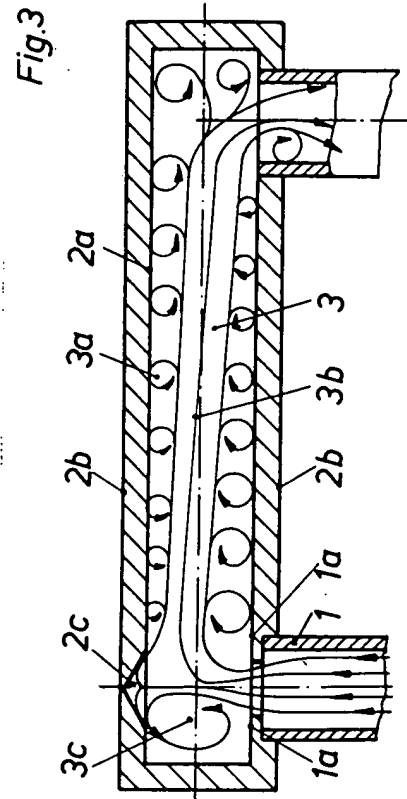
(44) 19.11.86

(71) VEB Inducal, 4731 Göllingen, DD

(72) Wurdak, Jörg-Rainer, Dipl.-Ing.; Steinacker, Karl-Günter, Dipl.-Ing.; Köhler, Dietmar, Dipl.-Ing.; Just, Günther, DD

(54) Kühlkörper zur Flüssigkeitskühlung von Halbleiterbauelementen

(57) Die Erfindung betrifft einen Kühlkörper zur Verlustwärmeabfuhr von Halbleiterbauelementen, vorzugsweise Leistungshalbleiterbauelementen, in Scheibenform mittels Kühlflüssigkeit. Aufgabe der Erfindung ist es, einen Kühlkörper zur Flüssigkeitskühlung von Halbleiterbauelementen so zu gestalten, daß unter Verwendung nur eines Grundkörpers und einfacher Fertigungstechnologie ein geringer thermischer Widerstand bei niedrigen spezifischen Kühlmittelverbrauch erzielt wird. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, indem die Einlaufzone des Kühlmittels in die Kühlkörper mit strömungstechnisch vorteilhaft wirkender Prallplattenanordnung in Verbindung mit Wirbelerzeugern versehen ist. Die Wirbelerzeuger werden durch Ausnehmungen und Vorkragungen im Bereich zwischen Einlaufstutzen und kühlaktivem Strömungskanal gebildet und gleichzeitig mit dem Einbringen der Öffnung für den Einlaufstutzen oder dem Trennen des Einlaufstutzens vom Halbleiterbauelement gefertigt. Die so gestaltete Einlaufzone erzeugt lagedefiniert Kühlflüssigkeitswirbel, die als turbulente Strömung den Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen Kühlflüssigkeit und Grundkörper vergrößern. Weiterhin paßt diese Einlaufzone die Strömungsmenge an die abzuführende Verlustwärmemenge an und bewirkt einen geringen spezifischen Kühlmittelverbrauch. Fig. 3



**Erfindungsanspruch:**

1. Kühlkörper zur Flüssigkeitskühlung von Halbleiterbauelementen, insbesondere Leistungshalbleiterbauelemente in Scheibenform, **gekennzeichnet dadurch**, daß Einlaufstutzen (1) und Wärmekontaktfläche (2 a) der aktiven Kühlkörperoberfläche (2 b) eine Prallplattenanordnung bilden, indem sie vorzugsweise senkrecht zueinander stehen und im Bereich dieser zwischen Einlaufstutzen (1) und kühlaktivem Strömungskanal (3) Wirbelerzeuger (1 a; 2 c) angeordnet sind.
2. Kühlkörper nach Punkt 1 **gekennzeichnet dadurch**, daß die Wirbelerzeuger (1 a; 2 c) durch Vorkragungen (1 a) oder Ausnehmungen (2 c) gebildet werden.
3. Kühlkörper nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei Umlenkung des kühlaktiven Strömungskanals (3) im Kühlkörper der Querschnitt ( $Q_u$ ) des Umlenkpunktes größer ist als der Querschnitt ( $Q_s$ ) des kühlaktiven Strömungskanals (3).
4. Kühlkörper nach Punkt 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei asymmetrisch zum kühlaktiven Strömungskanal (3) angeordnetem Einlaufstutzen (1) ein Wirbelraum (3 c) in Verlängerung des kühlaktiven Strömungskanals (3) vorgesehen ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

**Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung findet Anwendung beim Einsatz von Halbleiterbauelementen, vorzugsweise von Leistungshalbleiterbauelementen in Scheibenform bei Anwendung von Kühlflüssigkeit.

**Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Zur Gestaltung der den Kühlbedingungen, Halbleiterbauelementen und umgesetzten Leistungen angepaßten Kühlkörper ist es bekannt, daß der thermische Wirkungsgrad des Kühlkörpers sich aus dem Widerstand des massiven Materials zwischen aktiver Kühlkörperoberfläche und Kühlmittel und dem Widerstand der Kontaktfläche des massiven Teiles mit dem flüssigen Kühlmittel zusammensetzt. Erster ist abhängig von Länge und Querschnitt der Wärmeleitung sowie Materialeigenschaften; zweiter von der Wärmekontaktfläche zum flüssigen Kühlmittel und einem Wärmeübergangskoeffizienten. Aus der DE-AS 2523 232 ist bekannt, daß ein geringer thermischer Widerstand durch Anordnung von Strömungswegen mit zick-zack- oder mäanderförmigem Verlauf in Nähe der aktiven Kühlkörperoberfläche erreicht wird. Strömungsmenge und Druckabfall sind mit Abmessung und Anzahl der Strömungswege den Kühlerfordernissen anpaßbar.

Nachteilig an dieser Vorrichtung ist, daß mehrere Einzelteile wie Kern, Mantel, Anschlußstutzen erforderlich sind und kühlmitteldicht verbunden werden müssen. Dabei ist es ebenfalls von Nachteil, daß diese Einzelteile eine hohe Anzahl von Bohrungen und Ausfräsungen mit großem Maschinenfertigungsaufwand aufweisen. Auch ist bekannt (DE PS 2926 342), einen geringen Wärmewiderstand durch eine große Wärmekontaktfläche zwischen Kühlmittel und massivem Material mittels linsenförmigem Umlenkprofil in einem geteilten Kühlkörper zu erzielen. Dieser Lösung haftet wiederum der Mangel an, mehrere aufwendig zu fertigende Einzelteile zu benötigen und zusammenzufügen. Weiterhin ist von Nachteil, daß auf Grund der zur aktiven Kühlkörperoberfläche parallel laufenden, durch stromlinienförmigen Umlenkkörper begünstigten, laminaren Strömung die Kühlwirkung der Wärmekontaktfläche gemindert wird. Es bilden sich bei hohen Wärmestromdichten im Kühlmittel einzelne Kühlmittelschichten mit unterschiedlicher Temperatur, welche am Rand der Wärmekontaktfläche höher ist als in der Mitte der laminaren Strömung. Somit verkleinert sich der Wärmeübergangskoeffizient. Es stellt sich dabei auch der Mangel eines hohen spezifischen Kühlmittelverbrauches ein, da der kleine Strömungswiderstand bei vorgegebenem Druck eine hohe Durchflußmenge bedingt, die nicht umfassend zur Kühlung genutzt wird. Weiterhin sind Kühlkörper bekannt (DD WP 130 701, 153 026, CS PS 209 014), die einen Aufbau aus nur einem Grundkörper mit Anschlußstutzen aufweisen. In diesen Grundkörper sind mit wenigen technologischen Fertigungsschritten (z. B. nur Bohren) die Strömungskanäle eingebracht und nicht benötigte, fertigungstechnisch notwendige Durchbrüche mit Stopfen verschlossen.

Hierbei ist von Mangel, daß der einfache Aufbau Länge und Querschnitt der Wärmeleitung ungünstig beeinflusst und so den thermischen Widerstand gegenüber oben angeführten Kühlkörpern vergrößert. Mit Erhöhung der Durchflußmenge kann der thermische Widerstand verkleinert werden. Das beinhaltet aber den Nachteil eines höheren Kühlmittelverbrauches.

**Ziel der Erfindung**

Ziel der Erfindung ist es, einen Kühlkörper so auszugestalten, daß unter Verwendung nur eines Grundkörpers und einfacher Fertigungstechnologie der Strömungskanäle ein geringer thermischer Widerstand bei niedrigem spezifischem Kühlmittelverbrauch erzielt wird.

**Darlegung des Wesens der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Verlustwärmeabfuhr bei Halbleiterbauelementen zu schaffen, die den Forderungen nach optimalen technischen Parametern unter den Randbedingungen einer effektiven Fertigung und geringem Medienverbrauch nachkommt. Die technische Aufgabe wird dadurch gelöst, indem die Einlaufzone des Kühlmittels in den Kühlkörper mit strömungstechnisch vorteilhaft wirkender Prallplattenanordnung in Verbindung mit Wirbelerzeugern versehen ist, lagedefinierte Kühlflüssigkeitswirbel erzeugt und die so gebildete turbulente Strömung im kühlaktiven Strömungskanal mit diese Strömung enthaltenden Umlenkungen den Wärmeübergangskoeffizienten vergrößert.

Vorteilhafterweise sind Einlaufstutzen und Wärmekontaktfläche der aktiven Kühlkörperoberfläche vorzugsweise senkrecht zueinander angeordnet. Durch den erfindungsgemäßen Aufbau wirkt in dieser Zone die mittlere kühlere Flüssigkeitsschicht der eingeleiteten laminaren Kühlflüssigkeitsströmung direkt über kürzesten Weg der Wärmeleitung auf die aktive Kühlkörperoberfläche. Ein weiterer Vorteil besteht durch die Anordnung unmittelbar der Prallplattenanordnung folgenden Vorkragungen und Ausnehmungen darin, daß die so besonders kräftig erzeugten Flüssigkeitswirbel mit ihrer Rotationsachse parallel zur Wärmekontaktfläche liegen und demzufolge ständig den Wärmetransport von dieser Fläche weg zur mittleren Strömung gewährleisten. So können sich keine Flüssigkeitsschichten mit unterschiedlichen Temperaturen bilden und der Temperaturgradient längs des kühlaktiven Strömungskanals bleibt auch bei hohen Leistungsdichten klein. Die erfindungsgemäße Gestaltung der Einlaufzone des Kühlkörpers beinhaltet durch den gezielt erzeugten Strömungswiderstand die Anpassung der Strömungsmenge an die abzuführende Verlustwärmemenge, was den Vorteil eines geringen spezifischen Kühlmittelverbrauchs hat. Ebenfalls ist bei der erfindungsgemäßen Anordnung der Vorkragungen und Ausnehmungen im Bereich zwischen Einlaufstutzen und kühlaktivem Strömungskanal von Vorteil, daß die Fertigung derselben gleichzeitig mit dem Einbringen der Öffnung für den Einlaufstutzen oder dem Trennen des Einlaufstutzens vom Halbzeug erfolgt und somit keine zusätzlichen Fertigungsschritte notwendig sind.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der dazugehörigen Zeichnung bedeuten

in Figur 1: Kühlkörper mit Einlaufstutzen symmetrisch zu einem umgelenkten kühlaktiven Strömungskanal  
 Figur 2: Kühlkörper mit Einlaufstutzen asymmetrisch zu einem umgelenkten kühlaktiven Strömungskanal  
 Figur 3: Kühlkörper mit Einlaufstutzen asymmetrisch zum kühlaktiven Strömungskanal

Vom Einlaufstutzen 1 des Kühlkörpers und einem Teil der Wärmekontaktfläche 2a wird durch die vorzugsweise senkrechte Zuordnung für die laminar eintretende Kühlflüssigkeit eine Prallplattenanordnung gebildet. Somit wirkt in diesem Bereich die mittlere kühlere Flüssigkeitsschicht direkt auf die Wärmekontaktfläche 2a und auf kurzem Weg über diese auf die aktive Kühlkörperoberfläche 2b. Die von der Prallplattenanordnung umgelenkte Kühlflüssigkeit passiert vor Eintritt in den kühlaktiven Strömungskanal 3 die Wirbelerzeuger 1a; 2c.

Fig. 1 zeigt diese Wirbelerzeuger als Vorkragung 1a und Fig. 2 und Fig. 3 als Vorkragung 1a und Ausnehmung 2c. Die Vorkragungen 1a und Ausnehmungen 2c erzeugen Flüssigkeitswirbel 3a, die mit ihrer Rotationsachse parallel zur Wärmekontaktfläche 2a liegen und somit ständig den Wärmemengentransport von der Wärmekontaktfläche 2a zur Strömungsmittelpunkt 3b übernehmen. Fig. 1 und Fig. 2 zeigen Ausführungsbeispiele mit Umlenkung des kühlaktiven Strömungskanals 3. Der Querschnitt des Umlenkpunktes Qu ist größer als der Querschnitt Qs des kühlaktiven Strömungskanals 3, wodurch die während ihres Laufes an der Wärmekontaktfläche 2a gedämpften Flüssigkeitswirbel 3a wieder verstärkt werden.

Die Ausführungsbeispiele nach Fig. 2 und Fig. 3 beinhalten eine asymmetrische Anordnung des Einlaufstutzens 1 zum kühlaktiven Strömungskanal 3. Damit die verstärkende Wirkung der Prallplattenanordnung für die Wirbelerzeuger 1a; 2c erhalten bleibt, ist in Verlängerung des kühlaktiven Strömungskanals 3 ein Wirbelraum 3c angeordnet.

Fig.1

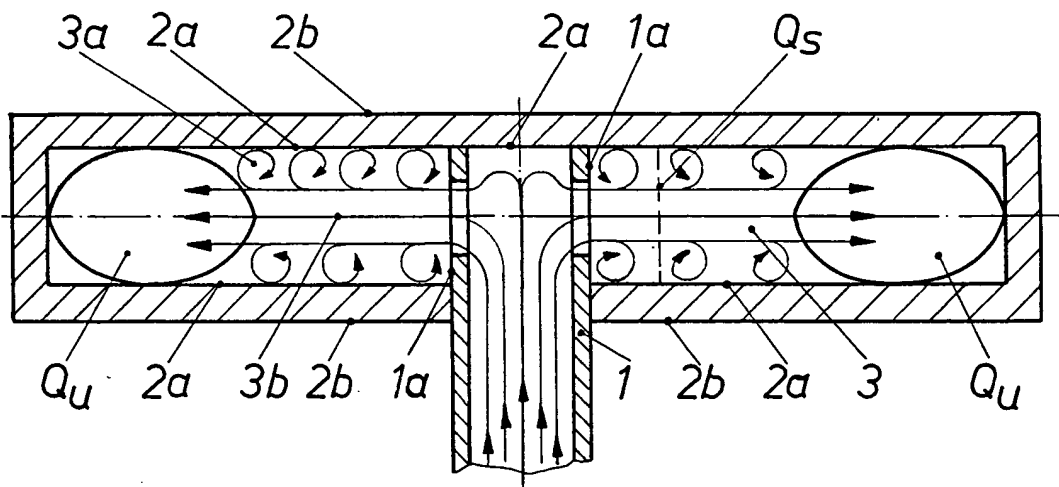


Fig. 2

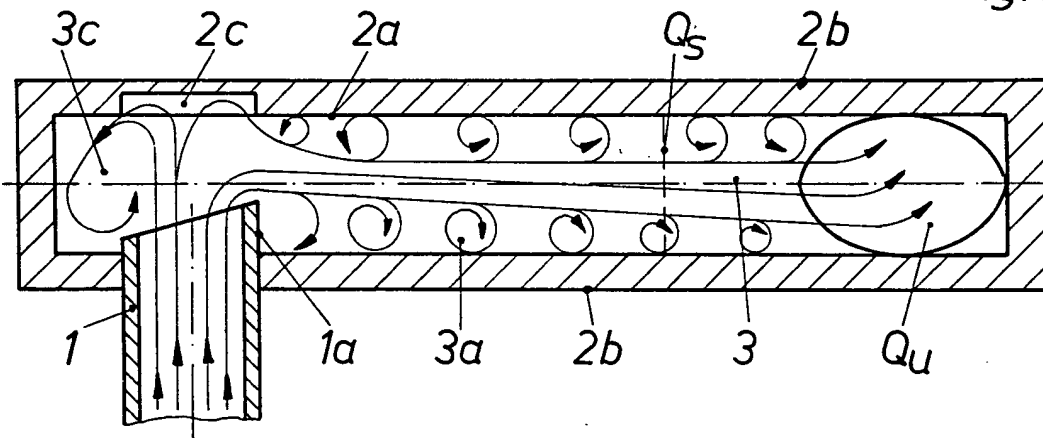


Fig.3

